

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

The heater characterized by forming the crevice in this plate while the heating element which sintered and formed metal particles in the front face of the plate which consists of a nitride ceramic or a carbide ceramic is prepared.

[Claim 2]

Said crevice is a heater according to claim 1 characterized by being what used in order to embed a thermocouple.

[Claim 3]

Said heating element is a heater according to claim 1 characterized by sintering and forming metal particles and a metallic oxide.

[Claim 4]

Said metallic oxide is a heater according to claim 3 characterized by being any one or more sorts chosen from a lead oxide, a zinc oxide, a silica, oxidization boron, an alumina, yttria, and a titania.

[Claim 5]

A heater given in any 1 of claims 1-4 characterized by this heater being what used as a heater for semi-conductor wafers.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

About the heater for desiccation mainly used in semiconductor industry, especially, it is easy to carry out temperature control of this invention, and it relates to a thin and light heater.

[Background of the Invention]

[0002]

A semi-conductor product forms a photopolymer as etching resist on a silicon wafer, and is manufactured by etching a silicon wafer. Although a photopolymer is liquefied and it is applied to a silicon wafer front face by a spin coater etc., it must be made to dry after spreading, and the applied silicon wafer will be laid on a heater and will be heated. Conventionally, as such a heater, what wired the rear face of an aluminum plate in the heating element is adopted.

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0003]

However, such a metallic heater had the following problems. First, since it is metal, thickness of a heater plate must be thickened with about 15mm. It is because the wafer which it curves, and distortion occurs by the thermal expansion resulting from heating in a thin metal plate, and is laid on a metal plate damages or inclines. For this reason, the weight of a heater will become large and it will be bulky.

[0004]

Moreover, although whenever [ stoving temperature ] was controlled by changing the electrical potential difference and the amount of currents which are impressed to a heating element, since the metal plate was thick, to change of an electrical potential difference or the amount of currents, the temperature of a heater plate did not follow quickly but there was a problem of being hard to carry out temperature control. It is easy to carry out temperature control of this invention, and it aims at offering a thin and light heater.

[Means for Solving the Problem]

[0005]

Artificers did the knowledge of the fact that the temperature of a heater plate follows quickly to change of the electrical potential difference which neither camber nor distortion

generates even if it makes it thin, and is impressed to a heating element, or the amount of currents, when the nitride ceramic or carbide ceramic which replaced with the metal and was excellent in pyroductivity as a heater plate as a result of inquiring wholeheartedly was used.

[0006]

Furthermore, although the nitride ceramic and the carbide ceramic had the property which is hard to stick, the fact whose adhesion with a nitride ceramic or a carbide ceramic metal particles sinter and improves also doubled and carried out the knowledge of them to the conductive paste containing metal particles by adding a metallic oxide to conductive paste.

[0007]

The configuration of this invention developed based on the above-mentioned knowledge is as follows.

(1) The heater characterized by forming the crevice in this plate while the heating element which sintered and formed metal particles in the front face of the plate which consists of a nitride ceramic or a carbide ceramic is prepared.

[0008]

(2) Said crevice is (1) characterized by being what used in order to embed a thermocouple. Heater of a publication.

(3) Said heating element is (1) characterized by sintering and forming metal particles and a metallic oxide. Written heater.

[0009]

At this invention, it is a plate. (a "heater plate" is called hereafter) It is required to be what consists of a nitride ceramic or a carbide ceramic. Do not meet with heating, it is not distorted, or a nitride ceramic or a carbide ceramic is not carried out, even if a coefficient of thermal expansion is smaller than a metal and makes it thin. Therefore, this heater plate can be made it is thin and light. Moreover, this heater plate has high thermal conductivity, and since the heater plate itself is thin, the skin temperature of a heater plate follows the temperature change of a heating element quickly. That is, it excels in the property of changing an electrical potential difference and the amount of currents, and changing the temperature of a heating element, and skin temperature control of a heater plate can also be made easy.

[0010]

Said nitride ceramic has any one or more desirable sorts chosen from a metal nitride ceramic, for example, alumimium nitride, silicon nitride, boron nitride, and titanium nitride. Said carbide ceramic has at least one or more desirable sorts chosen from a metallic carbide ceramic, for example, silicon carbide, zirconium carbide, titanium carbide, tantalum carbide, and tungsten carbide. Alumimium nitride is the most suitable in these ceramics. It is because thermal conductivity is as the highest as 180 W/m-K. Said heater plate has the good thickness of about 0.5-5mm. It is because it will become easy to damage if too thin.

[0011]

In this invention, a heating element needs to sinter and form the metal particles in conductive paste. It is because it can be burned on a ceramic plate front face by heating baking. In addition, sintering is enough if metal particles, metal particles, and a ceramic are welding. As shown in drawing 1 R> 1, the pattern concentric circular in it being necessary

to make temperature of the heater plate 1 whole into homogeneity of a heating element 2 is good. Moreover, the thickness of the pattern of a heating element 2 has desirable 1-20 micrometers, and 0.5-5mm of width of face is desirable. Although resistance can be changed with thickness and width of face, it is because this range is the most practical. Resistance becomes so large that it becomes thinly and thin.

[0012]

The thing of conductive paste containing resin besides metal particles, a solvent, a thickener, etc. is common. As metal particles, at least one sort chosen from gold, silver, platinum, palladium, lead, a tungsten, and nickel is used. It is because it has sufficient resistance for these metals to be unable to oxidize comparatively easily and generate heat. As for the particle size of these metal particles, it is desirable that it is 0.1-100 micrometers. It is because will be easy to oxidize if too detailed, it will be hard coming to sinter if too large, and resistance becomes large.

[0013]

As resin used for conductive paste, an epoxy resin, phenol resin, etc. are good. Moreover, isopropyl alcohol etc. is used as a solvent. A cellulose etc. is mentioned as a thickener.

[0014]

It is desirable to have included the metallic oxide in said conductive paste in addition to metal particles, and to have made it sinter metal particles and a metallic oxide for a heating element. This reason is for sticking a nitride ceramic or a carbide ceramic, and metal particles. Although the reason the adhesion of a nitride ceramic or a carbide ceramic, and metal particles is improved with a metallic oxide is not clear, the oxide film is slightly formed in the front face of a metal-particles front face and a nitride ceramic, or a carbide ceramic, these oxide films sintered and unified through the metallic oxide, and it is presumed whether metal particles, a nitride ceramic, or a carbide ceramic sticks.

[0015]

As said metallic oxide, they are a lead oxide, a zinc oxide, a silica, and boron oxide. (B-2 O3) At least one or more sorts chosen from an alumina, yttria, and a titania are good. These oxides are because adhesion with metal particles, a nitride ceramic, or a carbide ceramic is improvable, without enlarging the resistance of a heating element.

[0016]

As for the front face of said heating element, in this invention, covering with a metal layer is desirable. A heating element is a sintered compact of metal particles, and the reason is that resistance changes that it will be easy to oxidize if it has exposed. Then, oxidation is prevented by covering the front face of this heating element with a metal layer. The thickness of a metal layer has desirable 0.1-10 micrometers. It is because it is the range which can prevent oxidation of a heating element, without changing the resistance of a heating element.

[0017]

The metal used for covering should just be a metal of a non-oxidizing quality. Specifically, at least one or more sorts chosen from gold, silver, palladium, platinum, and nickel are good. Nickel is suitable especially. Although the terminal for connecting with a power source is required for a heating element and this terminal is attached in a heating element through solder, it is because nickel prevents the thermal diffusion of solder. The terminal

pin made from covar can be used for a connection terminal.

[0018]

Moreover, solder can use alloys, such as silver-lead and lead-tin and bismuth-tin. In addition, the thickness of a solder layer has desirable 0.1-50 micrometers. It is because it is sufficient range to secure connection by solder. This invention establishes a crevice in said heater plate, and embeds the thermocouple to it. It is because the temperature of a heater plate can be measured with a thermocouple, an electrical potential difference and the amount of currents can be changed based on the data and the temperature of a heater plate can be controlled now.

[0019]

Moreover, as shown in drawing 2, two or more through tubes 8 can be formed in the heater plate 1, a support pin can be inserted in the through tube 8, and the semi-conductor wafer 9 can be laid on the support pin 7 in the opposite side with the side in which the heating element 2 is formed. Moreover, the support pin 7 can be made to be able to go up and down, and the semi-conductor wafer 9 can be received.

[0020]

Next, the manufacture approach of the above-mentioned heater is explained.

(1) Plate which is made to sinter the fine particles of a nitride ceramic or a carbide ceramic, and consists of a nitride ceramic or a carbide ceramic (heater plate) The process to form: Sintering acid, such as yttria, and a binder are made into granularity by approaches, such as spray dry, the fine particles of carbide ceramics, such as nitride ceramics, such as aluminum nitride mentioned above, or silicon carbide, and if needed, and this granulation is put into metal mold etc., pressurize it, form in tabular, and manufacture a generation form.

[0021]

The through tube for inserting the support pin embedding a thermocouple of a crevice or a semi-conductor wafer in a generation form is prepared. Next, heating baking is carried out, this generation form is sintered, and the plate made from a ceramic is manufactured. A heater plate without pore can be manufactured by pressurizing in the case of heating baking. Although heating baking should just be beyond sintering temperature, it is 1000-2500 degrees C with a nitride ceramic or a carbide ceramic.

[0022]

(2) Process (1) Plate made from a ceramic (heater plate) The process which prints the conductive paste which consists of metal particles: Conductive paste is a fluid with the viscosity high generally which consists of metal particles, resin, and a solvent. This conductive paste is printed into the part which is going to prepare a heating element by screen-stencil etc. Since a heating element needs to make the whole heater plate uniform temperature, it is desirable to print to the pattern which consists of a concentric circle as shown in drawing 1.

[0023]

(3) Heat, sinter conductive paste and it is a plate made from a ceramic. (heater plate) The process which prepares a heating element in a front face: While carrying out heating baking of the conductive paste and removing resin and a solvent, make metal particles sinter. Heating burning temperature is 500-1000 degrees C. If the metallic oxide is added

in conductive paste, since the plate and metallic oxide made from metal particles and a ceramic will sinter and unify, the adhesion of a heating element and the plate made from a ceramic improves.

[0024]

(4) It is still more desirable to cover a metal layer on a heating element front face.

Although electrolysis plating, nonelectrolytic plating, and sputtering can perform covering, nonelectrolytic plating is the optimal if mass-production nature is taken into consideration.

(5) Attach the terminal for connection with a power source in the edge of the pattern of a heating element with solder.

[0025]

After printing soldering paste to an installation part, a reflow of the terminal is put, heated and carried out. 200-500 degrees C is suitable for whenever [stoving temperature]. And a thermocouple is embedded in the crevice established in the generation form. Hereafter, it explains in accordance with an example.

[Effect of the Invention]

[0026]

As explained above, the heater concerning this invention can be made thinly and light, and is practical. Moreover, since a nitride ceramic or a carbide ceramic is used as a plate, and it excels in the temperature flattery nature to change of an electrical potential difference and the amount of currents, and a crevice is prepared, since it is made thin, and the thermocouple is embedded, it is effective in being easy to carry out temperature control.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0027]

Hereafter, the example of a comparison is explained to the example 1 and 2 lists which materialized this invention.

(Example 1)

Alumimium nitride ceramic plate (1) Alumimium nitride powder (mean particle diameter of 1.1 micrometers) The 100 weight sections, yttria (an oxidization yttrium mean particle diameter of 0.4 micrometers) The constituent which consists of 4 weight sections, the acrylic binder 12 weight section, and alcohol was made into granularity by the spray dryer method.

(2) Granularity powder was put into metal mold, it fabricated to plate-like voice, and the generation form was acquired. Drilling was carried out to the generation form and the crevice the through tube 8 which inserts a semi-conductor wafer support pin, and for embedding a thermocouple, although not illustrated was prepared.

(3) The hotpress of the generation form was carried out by 2 1800 degrees C and the pressure of 230kg/mm, and the alumimium nitride plate with a thickness of 3mm was obtained. This is started with a diameter of 230mm in the shape of a circle, and it is a plate made from a ceramic. (heater plate) It was referred to as 1.

[0028]

(4) (3) To the obtained heater plate 1, conductive paste was printed by screen-stencil. The printing pattern was used as the pattern of a concentric circle as shown in drawing 1. Tokuriki Chemical Research Sol Best PS 603 was used for conductive paste. This conductive paste is silver / lead paste, and contains a metallic oxide.

(5) Heating baking of the heater plate which printed conductive paste was carried out at 780 degrees C, and while making the silver in conductive paste, and lead sinter, it was able to be burned on the heater plate 1. The thickness of the pattern by the sintered compact 4 of silver-lead was 2.4mm in 5 micrometers and width of face.

[0029]

(6) It is (5) to the non-electrolyzed nickel-plating bath which consists of a water solution of the concentration of nickel-sulfate 80 g/l, sodium hypophosphite 24 g/l, sodium acetate 12 g/l, a 8g [l. ] boric acid, and 6g/l. of ammonium chlorides. The heater plate was immersed, and on the front face of the sintered compact 4 of silver-lead, the nickel layer 5 with a thickness of 1 micrometer was deposited, and was used as the heating element 2.

[0030]

(7) Print silver-lead soldering paste from screen-stencil 1 into the part which attaches the terminal for securing connection with a power source, and it is a solder layer. (product made from the Tanaka noble metals) 6 was formed. Subsequently, the terminal pin 3 made from covar was laid on the solder layer 6, a heating reflow was carried out at 420 degrees C, and the terminal pin 3 was attached in the front face of a heating element 2.

(8) Thermocouple for temperature control (not shown) It embedded in the crevice and the heater 100 was obtained.

[0031]

(Example 2)

With the silicon carbide ceramic plate example 1, although it was fundamentally the same, silicon carbide powder with a mean particle diameter of 1.0 micrometers was used, and sintering temperature was made into 1900 degrees C.

[0032]

It measured about the flattery nature [ as opposed to / heater / of examples 1 and 2 / change of an electrical potential difference and the amount of currents ] of temperature, and the pull reinforcement of a heating element. When the electrical potential difference was impressed to the heater, as for the heater of an example 1, the temperature change was seen in 0.5 seconds, and, as for the heater of an example 2, the temperature change was observed in 2 seconds. About the pull reinforcement of a heating element 2, 3.1kg /of 3kg /of heaters of 2 and an example 2 of the heater of an example 1 was [ mm / mm ] 2.

[0033]

(Example of a comparison)

Using the nichrome wire pinched by silicone rubber as an aluminum plate heating element, it hit with the aluminum plate with a thickness of 15mm, the plate was inserted into the heating element, and it fixed with the bolt, and considered as the heater. When the electrical potential difference was impressed to the heater of the example of a comparison, 24 seconds was taken to see a temperature change.

[Brief Description of the Drawings]

[0034]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram of the heater of this invention.

[Drawing 2] It is a sectional view showing the busy condition of the heater of this invention.

[Description of Notations]

[0035]

- 1 Plate made from Ceramic (Heater Plate)
- 2 Heating Element
- 3 Terminal Pin
- 4 Metal (Silver-Lead) Particle Sintered Compact
- 5 Metal (Nickel) Enveloping Layer
- 6 Solder Layer
- 7 Semi-conductor Wafer Support Pin
- 8 Through Tube
- 9 Semi-conductor Product
- 100 Heater

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-119388

(P2004-119388A)

(43) 公開日 平成18年4月15日(2004.4.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
H05B 3/12	H05B 3/12 A	3K034
H05B 3/14	H05B 3/14 B	3K092
H05B 3/20	H05B 3/20 393	
H05B 3/74	H05B 3/74	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2003-356042 (P2003-356042)  
 (22) 出願日 平成15年10月16日(2003.10.16)  
 (62) 分割の表示 特願2000-192589 (P2000-192589)  
 の分割  
 原出願日 平成9年7月19日(1997.7.19)

(71) 出願人 000000158  
 イビアン株式会社  
 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地  
 (72) 発明者 古川 正和  
 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビアン株式会社内  
 Fターム(参考) 3K034 AA02 AA20 AA21 AA34 BB06  
 BB14 BC04 BC12 JA02  
 3K092 PP20 QA05 QB02 QB33 QB44  
 QB76 RF03 RF11 RF19 RF22  
 VV04

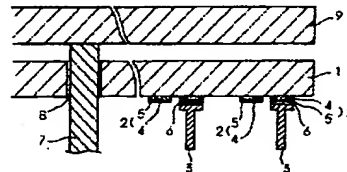
(54) 【発明の名称】 ヒーター

## (57) 【要約】

【課題】 温度制御しやすく、薄くて軽いヒーターを提供する。

【解決手段】 金属窒化物セラミックまたは金属炭化物セラミックからなる板状体に対し、熱電対埋め込み用凹部を設けると共に、その表面に、金属粒子を焼結して形成した発熱体を設ける。その発熱体には金属粒子だけではなく、金属酸化物を含有してもよく、その表面をニッケル層などで被覆してもよい。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体の表面に金属粒子を焼結して形成した発熱体が設けられていると共に、この板状体には凹部が形成されていることを特徴とするヒーター。

**【請求項 2】**

前記凹部は、熱電対を埋め込むために用いられるものであることを特徴とする請求項 1 に記載のヒーター。

**【請求項 3】**

前記発熱体は、金属粒子および金属酸化物を焼結して形成したものであることを特徴とする請求項 1 に記載のヒーター。 10

**【請求項 4】**

前記金属酸化物は、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化硼素、アルミナ、イットリア、チタニアから選ばれるいずれか 1 種以上であることを特徴とする請求項 3 に記載のヒーター。

**【請求項 5】**

このヒーターが、半導体ウエハ用ヒーターとして用いられるものであることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 に記載のヒーター。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、主に半導体産業において使用される乾燥用ヒーターに関し、とくに、温度制御しやすく、また、薄くて軽いヒーターに関する。

**【背景技術】****【0002】**

半導体製品は、シリコンウエハ上に感光性樹脂をエッチングレジストとして形成し、シリコンウエハをエッチングすることにより製造される。感光性樹脂は、液状でスピナーなどでシリコンウエハ表面に塗布されるのであるが、塗布後に乾燥させなければならず、塗布したシリコンウエハをヒーター上に載置して加熱することになる。従来、このようなヒーターとしては、アルミニウム板の裏面に発熱体を配線したものが採用されている。 30

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

ところが、このような金属性のヒーターは次のような問題があった。まず、金属製であるため、ヒーター板の厚みは 15 mm 程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、そり、歪みが発生してしまい、金属板上に載置されるウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。このため、ヒーターの重量が大きくなり、かさばってしまう。 40

**【0004】**

また、発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、加熱温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒーター板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題があった。本発明は、温度制御しやすく、薄くて軽いヒーターを提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

発明者らは、鋭意研究した結果、ヒーター板として、金属に代えて熱電導性に優れた窒化物セラミックまたは炭化物セラミックを使用すると、薄くしてもそりや歪みが発生せず、また、発熱体に印加する電圧や電流量の変化に対してヒーター板の温度が迅速に追従する 50

という事実を知見した。

【0006】

さらに、窒化物セラミックや炭化物セラミックは、金属粒子を含む導電ペーストとは密着しにくい性質があるが、導電ペーストに金属酸化物を加えることにより、金属粒子が焼結して窒化物セラミックや炭化物セラミックとの密着性が向上する事実も合わせて知見した。

【0007】

上記の知見に基づいて開発した本発明の構成は次の通りである。

(1) 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体の表面に金属粒子を焼結して形成した発熱体が設けられていると共に、この板状体には凹部が形成されていることを特徴とするヒーター。 10

【0008】

(2) 前記凹部は、熱電対を埋め込むために用いられるものであることを特徴とする(1)に記載のヒーター。

(3) 前記発熱体は、金属粒子および金属酸化物を焼結して形成したものであることを特徴とする(1)に記載ヒーター。

【0009】

本発明では、板状体（以下、「ヒーター板」と称す）は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるものであることが必要である。窒化物セラミックまたは炭化物セラミックは、熱膨張係数が金属より小さく、薄くしても、加熱によりそったり、歪んだりしない。そのため、かかるヒーター板は薄くて軽いものとすることができる。また、かかるヒーター板は、熱伝導率が高く、ヒーター板自体が薄いため、ヒーター板の表面温度が、発熱体の温度変化に迅速に追従する。即ち、電圧、電流量を変えて発熱体の温度を変化させる特性に優れており、ヒーター板の表面温度制御も容易にできる。 20

【0010】

前記窒化物セラミックは、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタンから選ばれるいずれか1種以上が望ましい。前記炭化物セラミックは、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステンから選ばれる少なくとも1種以上が望ましい。これらのセラミックの中で窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が $180\text{ W/m}\cdot\text{K}$ と最も高いからである。前記ヒーター板は、 $0.5\sim 5\text{ mm}$ 程度の厚さがよい。薄すぎると破損しやすくなるからである。 30

【0011】

本発明において、発熱体は、導電ペースト中の金属粒子を焼結して形成したものであることが必要である。加熱焼成によりセラミック板表面に焼き付けることができるからである。なお、焼結は、金属粒子同士、金属粒子とセラミックが融着していれば十分である。図1に示すように発熱体2は、ヒーター板1全体の温度を均一にする必要があることから、同心円状のパターンがよい。また、発熱体2のパターンの厚さは、 $1\sim 20\text{ }\mu\text{m}$ が望ましく、幅は $0.5\sim 5\text{ mm}$ が望ましい。厚さ、幅により抵抗値を変化させることができるが、この範囲が最も実用的だからである。抵抗値は、薄く、細くなるほど大きくなる。 40

【0012】

導電ペーストは、金属粒子の他、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが一般的である。金属粒子としては、金、銀、白金、パラジウム、鉛、タングステン、ニッケルから選ばれる少なくとも1種を用いる。これらの金属は比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。これら金属粒子の粒径は $0.1\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ であることが望ましい。微細すぎると酸化しやすく、大きすぎると焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

【0013】

導電ペーストに使用される樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などがよい。また、溶剤としては、イソプロピルアルコールなどが使用される。増粘剤としては、セルロ 50

ースなどが挙げられる。

#### 【0014】

前記導電ペーストには、金属粒子に加えて金属酸化物を含ませて、発熱体を金属粒子および金属酸化物を焼結させたものとするのが望ましい。この理由は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと金属粒子を密着させるためである。金属酸化物により、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと金属粒子との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面および窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの表面にはわずかに酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックが密着するのではないかと推定している。

#### 【0015】

前記金属酸化物としては、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ( $B_2O_3$ )、アルミナ、イットリア、チタニアから選ばれる少なくとも1種以上がよい。これらの酸化物は、発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックとの密着性を改善できるからである。

#### 【0016】

本発明において、前記発熱体の表面は、金属層で被覆することが望ましい。その理由は、発熱体は、金属粒子の焼結体であり、露出していると酸化しやすく抵抗値が変化してしまうからである。そこで、該発熱体の表面を金属層で被覆することにより、酸化を防止するのである。金属層の厚さは、0.1~10  $\mu m$  が望ましい。発熱体の抵抗値を変化させることなく、発熱体の酸化を防止できる範囲だからである。

#### 【0017】

被覆に使用する金属は、非酸化性の金属であればよい。具体的には、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルから選ばれる少なくとも1種以上がよい。なかでもニッケルが好適である。発熱体には電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して発熱体に取り付けるが、ニッケルは半田の熱拡散を防止するからである。接続端子は、コパール製の端子ピンを使用することができる。

#### 【0018】

また、半田は銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1~50  $\mu m$  が望ましい。半田による接続を確保するに十分な範囲だからである。本発明は、前記ヒーター板に凹部を設けて熱電対を埋め込んでおく。熱電対によりヒーター板の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、ヒーター板の温度を制御することができるようになるからである。

#### 【0019】

また、図2に示すように、ヒーター板1に貫通孔8を複数設け、その貫通孔8に支持ピンを挿入し、発熱体2が設けられている側とは反対側にあるその支持ピン7上に半導体ウエハー9を載置することができる。また、支持ピン7を上下させて半導体ウエハー9を受け取ったりすることができる。

#### 【0020】

次に、上記ヒーターの製造方法について説明する。

(1) 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの粉体を焼結させて窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体（ヒーター板）を形成する工程：前述した窒化アルミニウムなどの窒化物セラミックまたは炭化ケイ素などの炭化物セラミックの粉体、必要に応じてイットリアなどの焼結助剤、バインダーをスプレードライなどの方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧し、板状に形成して生成形体を製造する。

#### 【0021】

生成形体には、熱電対を埋め込む凹部や半導体ウエハーの支持ピンを挿入するための貫通孔を設ける。次に、この生成形体を加熱焼成して焼結してセラミック製の板状体を製造する。加熱焼成の際、加圧することにより気孔のないヒーター板を製造することができる。加熱焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックでは、1000~2500℃である。

## 【0022】

(2) 工程(1)のセラミック製の板状体(ヒーター板)に金属粒子からなる導電ペーストを印刷する工程:導電ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導電ペーストをスクリーン印刷などで発熱体を設けようとする部分に印刷する。発熱体は、ヒーター板全体を均一な温度にする必要があることから、図1に示すような同心円からなるパターンに印刷することが望ましい。

## 【0023】

(3) 加熱して導電ペーストを焼結して、セラミック製の板状体(ヒーター板)の表面に発熱体を設ける工程:導電ペーストを加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させる。加熱焼成温度は、500~1000℃である。導電ペースト中に金属酸化物を添加しておく、金属粒子、セラミック製の板状体および金属酸化物が焼結して一体化するため、発熱体とセラミック製の板状体との密着性が向上する。

## 【0024】

(4) さらに、発熱体表面に金属層を被覆することが望ましい。被覆は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリングにより行うことができるが、量産性を考慮すると無電解めっきが最適である。

(5) 発熱体のパターンの端部に電源との接続のための端子を半田にて取り付ける。

## 【0025】

取り付け部位に半田ペーストを印刷した後、端子を乗せて、加熱してリフローする。加熱温度は、200~500℃が好適である。そして、生成形体に設けた凹部に熱電対を埋め込む。以下、実施例に沿って説明する。

## 【発明の効果】

## 【0026】

以上説明したように、本発明にかかるヒーターは、薄く、軽くすることができ、実用的である。また、板状体として窒化物セラミックまたは炭化物セラミックを使用し、かつ薄くしているため、電圧、電流量の変化に対する温度追従性に優れており、凹部を設けて熱電対を埋め込んでいるので、温度制御しやすいという効果がある。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0027】

以下、本発明を具体化した実施例1及び2並びに比較例について説明する。

## (実施例1)

窒化アルミニウムセラミック板(1) 窒化アルミニウム粉末(平均粒径1.1 $\mu$ m)100重量部、イットリア(酸化イットリウムのこと 平均粒径0.4 $\mu$ m)4重量部、アクリルバインダー12重量部およびアルコールからなる組成物を、スプレードライヤー法にて顆粒状にした。

(2) 顆粒状粉末を金型に入れて、平板状態に成形して生成形体を得た。生成形体にドリル加工して、半導体ウエハー支持ピンを挿入する貫通孔8、図示しないが、熱電対を埋め込むための凹部を設けた。

(3) 生成形体を1800℃、圧力230kg/mm<sup>2</sup>でホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを直径230mmの円状に切り出してセラミック製の板状体(ヒーター板)1とした。

## 【0028】

(4) (3)で得たヒーター板1に、スクリーン印刷にて導電ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示すような同心円のパターンとした。導電ペーストは、徳力化学研究所製のソルベストPS603を使用した。この導電ペーストは、銀/鉛ペーストであり、金属酸化物を含むものである。

(5) 導電ペーストを印刷したヒーター板を780℃で加熱焼成して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにヒーター板1に焼き付けた。銀-鉛の焼結体4によるパターンは、厚さが5 $\mu$ m、幅2.4mmであった。

## 【0029】

(6) 硫酸ニッケル 80 g/l、次亜リン酸ナトリウム 24 g/l、酢酸ナトリウム 12 g/l、ホウ酸 8 g/l、塩化アンモニウム 6 g/l の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に、(5) のヒーター板を浸漬して、銀-鉛の焼結体 4 の表面に厚さ 1  $\mu$ m のニッケル層 5 を析出させて発熱体 2 とした。

【0030】

(7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷 1 より、銀-鉛半田ペーストを印刷して半田層 (田中貴金属製) 6 を形成した。ついで、半田層 6 の上にコパール製の端子ピン 3 を載置して、420℃で加熱リフローし、端子ピン 3 を発熱体 2 の表面に取り付けた。

(8) 温度制御のための熱電対 (図示しない) を凹部内に埋め込み、ヒーター 100 を得た 10

。【0031】

(実施例 2)

炭化けい素セラミック板実施例 1 と基本的に同様であるが、平均粒径 1.0  $\mu$ m の炭化けい素粉末を使用し、焼結温度を 1900℃とした。

【0032】

実施例 1、2 のヒーターについて、電圧、電流量の変化に対する温度の追従性、発熱体のプル強度について測定した。ヒーターに電圧を印加したところ、実施例 1 のヒーターは 0.5 秒で温度変化が見られ、また、実施例 2 のヒーターは 2 秒で温度変化が観察された。発熱体 2 のプル強度については、実施例 1 のヒーターは、3.1 kg/mm<sup>2</sup>、実施例 2 のヒーターは、3 kg/mm<sup>2</sup> であった。 20

【0033】

(比較例)

アルミニウム板発熱体としてシリコンゴムで挟持したニクロム線を用い、厚さ 1.5 mm のアルミニウム板とあて板を発熱体に挟み、ボルトで固定してヒーターとした。比較例のヒーターに電圧を印加したところ、温度変化が見られるまで 24 秒を要した。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】 本発明のヒーターの模式図である。

【図 2】 本発明のヒーターの使用状態を表す断面図である。 30

【符号の説明】

【0035】

1 セラミック製の板状体 (ヒーター板)

2 発熱体

3 端子ピン

4 金属 (銀-鉛) 粒子焼結体

5 金属 (ニッケル) 被覆層

6 半田層

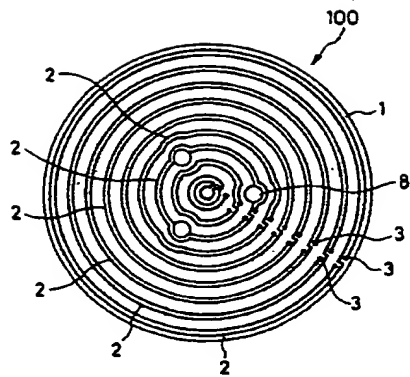
7 半導体ウエハー支持ピン

8 貫通孔 40

9 半導体製品

100 ヒーター

【図 1】



【図 2】

